

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : 2 663 583
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)
(21) N° d'enregistrement national : 90 07988
(51) Int Cl⁵ : B 25 J 18/04; B 23 K 26/00

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 26.06.90.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : CAZES Roland — FR.

(72) Inventeur(s) : CAZES Roland.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 27.12.91 Bulletin 91/52.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche : Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(73) Titulaire(s) :

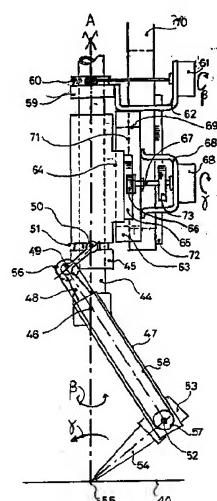
(74) Mandataire :

(54) Dispositif d'orientation automatique d'un outil.

(57) Dispositif destiné à commander par un moteur unique l'orientation d'un outil autour de son extrémité active, celle-ci restant fixe dans l'espace et l'orientation étant obtenue sans avoir à déplacer les autres éléments mécaniques supportant l'outil au moyen du dispositif.

Dispositif caractérisé en ce qu'il combine deux translations parallèles la première agissant sur l'orientation d'un levier portant l'outil en rotation et le maintenant parallèle à une bielle commandée par la dite-translation, la seconde effectuant sur l'outil un déplacement parallèle à elle et compensant exactement l'effet de la rotation pour maintenir en même temps l'extrémité active de l'outil dans la position qu'il occupe dans l'espace.

Dispositif particulièrement adapté au réglage et au déplacement d'une tête de focalisation d'un faisceau laser destiné à travailler une pièce gauche.



FR 2 663 583 - A1



DISPOSITIF D'ORIENTATION AUTOMATIQUE D'UN OUTIL

La présente invention concerne le domaine de la productique et plus particulièrement celui des robots industriels. Un robot est un mécanisme articulé destiné à réaliser le positionnement et/ou le déplacement d'un outil par rapport à une pièce à travailler (ou inversement). Généralement,

5 l'outil est fixé à l'extrémité d'une articulation du robot, appelée poignet, dont le rôle est de permettre son orientation par rapport à la pièce à travailler selon une, deux ou trois directions. Lorsque l'outil comme c'est généralement le cas, génère son action de façon ponctuelle en son extrémité opposée à sa fixation, c'est ce point extrême que le

10 mécanisme qui le manoeuvre a pour rôle de guider selon la nature du travail à effectuer. Pour conserver une orientation déterminée comme c'est presque toujours le cas le robot doit observer non seulement un positionnement et un guidage précis de l'outil mais doit engager également son ensemble, dont les parties en constituant la morphologie sont lourdes,

15 dans des déplacements destinés à compenser les dimensions et l'excentration de l'outil. Ainsi selon la courbure de la trajectoire, les inerties mécaniques du robot peuvent limiter dans leurs accélérations l'efficacité de l'opération. Dans les dispositifs connus, le logiciel de commande tient compte de leur morphologie d'ensemble dans ces déplacements

20 complémentaires compliqués, mais, il devient alors très souvent impossible autrement que par des moyens informatiques sophistiqués et onéreux de programmer d'avance la machine et d'obtenir rapidement le meilleur résultat dans la position optimale de l'outil.

Pour obtenir une utilisation simple malgré cette complication il est

25 donc indispensable de disposer de logiciels appropriés supportés par des systèmes informatiques aux performances poussées donc chers. Malgré cela la programmation reste un problème si, malgré ces moyens informatiques, on doit observer des orientations précises de l'outil et si ensuite la machine doit fonctionner à des vitesses élevées.

On connaît ainsi des robots dont les commandes permettent, sans déplacer l'extrémité de l'outil, d'orienter celui-ci correctement.

On peut alors lors de la programmation régler d'abord l'extrémité de l'outil et grâce à un logiciel approprié mettre le reste de la machine

5 en conformité avec l'orientation désirée. Cette mise en conformité déplace les différents bras du robot. La programmation par apprentissage se faisant à basse vitesse et point à point, les problèmes liés aux inerties apparaissent seulement lors du fonctionnement ultérieur et sont de nature à nécessiter une reprise de la programmation. C'est pourquoi on doit avoir

10 recours à des méthodes liées à la conception assistée par ordinateur qui impliquent des moyens important pas toujours disponibles.

Sont également connus des dispositifs comportant une rampe circulaire dont le centre correspond à la position de l'extrémité active de l'outil et qui permet au moyen d'un support motorisé de satisfaire l'indépendance

15 de l'orientation avec les autres commandes d'axes. Cependant une telle disposition présente un encombrement qui dans certaines utilisations interdit ou limite l'emploi de cette solution.

L'objet de la présente invention est de supprimer cet ensemble de problèmes.

20 Par une conception particulière de l'extrémité supportant l'outil l'orientation de celui-ci ne fait en aucun moment appel aux différents bras et élimine les problèmes d'inertie des systèmes connus qui se posent au niveau de la programmation et du fonctionnement ultérieur, nécessitant un logiciel mathématiquement très évolué ou, pour les dispositifs à rampe

25 circulaires, élimine les problèmes de leur encombrement.

La présente invention a en effet pour objet un mécanisme qui commande l'orientation et la direction d'un outil par rapport à la surface d'une pièce à travailler, en vue d'observer sa perpendicularité par rapport au plan tangent au point d'impact par exemple, de façon indépendante des

autres mécanismes, et, ce, contrairement aux dispositifs connus.

Ainsi, grâce à ce dispositif, il devient possible de régler le point d'impact de l'outil, matérialisé par l'extrémité de cet outil, sur un point courant de la trajectoire, en manoeuvrant ou en programmant
5 d'abord l'ensemble des bras mécanisés, puis sans modifier les positions relatives successives des bras telles que déterminées, de régler ensuite indépendamment, soit par intervention manuelle sur la commande de moteurs associés soit par un dispositif automatique, la direction du-dit outil.

Les problèmes de programmation compliquée et les problèmes d'inertie
10 découlant de l'orientation de l'outil sont ainsi éliminés.

Le présent dispositif est donc particulièrement efficace dans les situations où la (ou les) trajectoire(s) présentent des courbures très fortes et où la vitesse opératoire est élevée. Dans de telles situations les dispositifs connus nécessitent de diminuer la vitesse opératoire et
15 limitent par suite l'efficacité de l'opération et la rentabilité de la machine. C'est le cas des machines à découper au laser des tôles de forme gauche pour lesquelles la qualité et la vitesse de la découpe est directement liée à la précision de la position et de la direction de l'outil. Dans ces machines il apparaît une complication supplémentaire du
20 fait que le chemin optique engendre, à chaque articulation, un décalage ou offset mécanique qui accroissent les difficultés, déjà existantes dans les dispositifs connus, de programmation et de fonctionnement.

La présente invention élimine ces problèmes en ce qu'elle permet, par sa conception et son fonctionnement mécaniques au niveau du "poignet" 25 support d'outil, de séparer les mouvements liés à la position du point d'impact (ou extrémité) de l'outil et ceux liés à son orientation par rapport à la pièce en fonction du procédé utilisé.

Elle se caractérise en ce que l'outil, torche de soudage ou tête de focalisation de faisceau laser, de longueur donnée est fixé sur un pivot

pouvant tourner dans un plan autour de son axe, celui ci étant lui-même disposé à l'extrémité d'un bras muni également à son extrémité opposée d'un second pivot, d'axe parallèle au premier, second pivot fixé à l'extrémité d'un support cylindrique pouvant glisser et tourner dans un fourreau, autour de son axe, le glissement axial relatif du support et du fourreau entraînant par un jeu de deux biellettes articulées, disposées l'une, à fixation, à l'extrémité et dans le prolongement exact du bras sus-dit, l'autre prenant appui rotatif sur le fourreau, l'ensemble étant ainsi déterminé pour former deux triangles semblables opposés par le sommet, tels que l'extrémité de l'outil, l'axe du second pivot et l'axe d'appui de la seconde biellette sur le fourreau sont toujours alignés et le restant d'autre part, les proportions des différents leviers, formant côtés des triangles, étant telles que l'outil et la seconde biellette restent parallèles, grâce à une liaison entre des roues dentées liées aux deux pivots maintenant l'égalité des angles formés entre les deux biellettes d'une part et entre le bras et l'axe de l'outil d'autre part.

Ainsi, lorsqu'on imprime un glissement relatif entre le support cylindrique et le fourreau, la biellette et l'outil restant parallèle, on commande par ce moyen l'inclinaison de l'axe de l'outil par rapport à l'axe de rotation du support cylindrique dans le fourreau et de plus, but recherché, l'extrémité du dit outil reste, dans ce mouvement sur le dit axe.

Dans le glissement relatif support cylindrique-fourreau commandé par un moteur, le système est tel qu'il imprime au fourreau une translation parallèle au glissement et d'une valeur telle que l'extrémité de l'outil reste au même point sur l'axe du support. On a commandé ainsi par un moteur unique l'inclinaison de l'outil par rapport à l'axe du support. Sachant, comme déjà dit que le support peut tourner autour de son axe de coulissemement sur lequel se trouve l'extrémité de l'outil, et ce grâce

! à un second moteur, le système peut ainsi de façon indépendante et grâce à la commande séparée de deux moteurs régler l'inclinaison d'une part et l'orientation d'autre part de l'outil sans modifier la position dans l'espace et par rapport à la pièce à travailler de son extrémité, sans 5 entraîner de mouvements auxiliaires des bras supports de ce poignet support d'outil, objet de l'invention, et sans nécessiter la mise en oeuvre de logiciels compliqués. Un tel dispositif permet de faire fonctionner toute sorte d'outils et en particulier des têtes de focalisation de faisceaux laser sans avoir à tenir compte des offset des 10 articulations dans la conception des logiciels de gestion des déplacements. En fonctionnement les axes étant réglés indépendamment et n'ayant pas à tenir compte des écarts dûs aux dispositifs classiques, les conditions de travail optimales sont directement et rapidement obtenues.

On peut également utiliser l'invention pour trouver automatiquement sur 15 un point situé sur une surface gauche la perpendiculaire en ce point au plan tangent à la dite-surface. En effet les codeurs liés à l'inclinaison et à la direction donnent directement, après réglage manuel ou de préférence automatique grâce à des systèmes de visée, les valeurs des angles correspondants à la direction, par rapport à un référentiel, de la 20 dite perpendiculaire.

Pour mieux comprendre le fonctionnement d'un système conforme à l'invention, on se reportera aux dessins accompagnant la description qui suit. Bien entendu, les dispositions décrites ne sont nullement une limitation à la portée de l'invention.

25 La figure 1 représente schématiquement une machine classique travaillant avec un faisceau laser.

La figure 2 met en évidence le décalage imprimé dans la machine classique précédente dû au faisceau laser.

Les figures 3A et 3B donnent l'exemple d'une autre disposition connue.

Les figures 4A, 4B et 4C montrent sous forme de schémas théoriques l'essentiel de l'invention.

La figure 5 montre une réalisation non limitative d'un dispositif conforme à l'invention.

5 La figure 6 montre le parcours d'un rayon laser associé au système de l'invention.

Les figures 7A et 7B montrent comment on peut régler la position des bras pivotants selon l'invention et comment peut fonctionner un dispositif automatique pour ce faire.

10 La figure 8 montre à titre d'exemple un autre système optique associé au dispositif de l'invention permettant son réglage automatique pendant la programmation ou le travail de la machine.

La figure 9 représente une application particulière de l'invention au soudage à l'arc.

15 On va reprendre ci-après la description de chaque figure.

La figure 1 représente très schématiquement une machine à travailler par laser à 5 axes ne comportant pas l'invention et mettant en évidence les défauts qu'elle pallie. Sur le bâti (1) représenté symboliquement et support d'ensemble est fixé un guidage (2) sur lequel se déplace un chariot (3) pour former l'axe "X"(4) de la machine. Sur le même bâti est fixé un support (5) perpendiculaire et au dessus de (2) sur lequel se déplace le chariot (6) pour former l'axe "Y"(7). Sur le chariot (6) se déplace verticalement le bras (8) formant l'axe "Z"(9). A l'extrémité de (8) un palier permet à la chape (11) de tourner selon un axe vertical. La chape (11) supporte le pivot (12) qui selon la rotation (13) permet d'orienter l'outil (14). La machine reçoit dans le cas particulier un faisceau laser horizontal devié à 90° par le miroir (15) qui traverse ensuite le palier creux (10), est à nouveau dévié à 90° par le miroir (16) fixé sur (11) selon une direction confondue avec la rotation

(13). Le faisceau est à nouveau dévié par un miroir (17) non représenté mais attenant à (12) pour être focalisé dans (14) et déterminer un point de focalisation ou point de travail (18). On voit que lorsque l'on veut changer l'orientation de (14) sans changer la position de (18),
5 on est obligé de bouger les axes X, Y et Z.

La figure 2 montre schématiquement le parcours de l'axe du faisceau laser de la machine de la figure 1, par rapport à un référentiel (19). Le parcours se compose d'un trajet vertical (20) puis d'un décalage ou offset (21), permettant d'amener le faisceau en (22) assurant la rotation (23).
10 On voit que si l'on veut changer la direction de (22) sans changer son arrivée en O il faut bouger l'axe (20) et la rotation (23).

La figure 3A représente une variante de la tête de la machine précédente dans laquelle la rotation de l'outil est telle que son axe rencontre celui de la rotation de l'axe Z qui est également, lorsque c'est
15 le cas, l'axe du faisceau laser. Il n'y a donc pas d'offset latéral.

L'ensemble pivote autour de (24) dont l'axe coïncide avec celui du laser (20) entraînant la chape (25). Par le jeu des miroirs (26) et (27) on ramène le faisceau laser de telle sorte que son axe rencontre l'axe d'arrivée (20) quelle que soit l'orientation (28).

20 Dans ce cas il n'y a pas d'offset latéral comme le montre la figure 3B. On peut voir en effet que le parcours (30) ramène l'axe de (22) à rencontrer en (29) l'axe (20) quelle que soit (28).

La figure 4 donne le principe de base de la présente invention.

La figure 4A montre schématiquement l'outil (31) dont l'extrémité utile (39) coïncide avec l'intersection de l'axe (20) et du plan (40). Elle montre également le levier (32) a,b dénommé second levier, articulé sur (31) et pivotant en (35) à l'extrémité du support (36). L'extrémité haute de (32) est liée par un pivot parallèle au premier à la biellette (33) qui prend appui en (37) sur le fourreau (38). Les points (39), (35) et (37)

sont alignés. Le pivot (35) détermine sur le levier (32) une partie a et une partie b dont le rapport $k=a/b$ est constant et fixé par construction. L'ensemble est tel que l'alignement impose que la longueur de la biellette (33) et celle du bras (31) soient dans le rapport k. Les angles α (34) sont maintenus égaux par une liaison en rotation de rapport 1 des leviers (33) et (31) sur les pivots du levier (32) de sorte que (31) est toujours parallèle à (33). Dans la position de la figure, H1 donne la cote de (35), H2 la distance entre (35) et (37) et H3 la somme H1+H2.

La figure 4B montre le dispositif dans une position obtenue par 10 déplacement de (38) sur une distance de d(41) par rapport à (36). Compte tenu de la liaison en égalité de rotation de (31) et de (33) et du rapport k des leviers, il est facile de voir que (39) s'est déplacé de D(42) par rapport à (40). "d" et "D" sont dans le rapport de k et les points (37), (35) et (39) sont restés alignés.

15 La figure 4C montre que si dans la situation précédente on élève (38) de la distance "D" par rapport à (40), l'extrémité (39) revient sur (40). On a ainsi réalisé la modification de α (ou de la direction de (31)) en déplaçant simultanément et dans un rapport donné k les supports (36) et (38).

20 L'invention réside dans le fait que les déplacements relatifs mis en évidence dans l'explication précédente sont réalisés, grâce à une liaison particulière des éléments mobiles (36) et (38), par un moteur unique et que l'extrémité de l'outil (54) ne quitte pas sa position dans l'espace tandis que l'action du-dit moteur a provoqué le changement d'orientation 25 de l'outil sans changer la position du support d'ensemble.

La figure 5 est un exemple de dispositif conforme à l'invention, mais non limitatif. La description est donnée ci-après.

La pièce (44) de forme tubulaire ou simplement cylindrique peut coulisser et pivoter autour de son axe A dans un fourreau (45).

L'extrémité de (44) est pourvue d'un pivot (46) autour duquel peut osciller le levier (47). Ce levier comporte un prolongement (48) qui reçoit en son extrémité une biellette (49) dont l'autre extrémité est fixée à rotation en (50) sur une embase annulaire pouvant tourner en 5 coulissant sans jeu dans la gorge (51) du fourreau (45). L'ensemble supporté par la pièce tubulaire (44) peut ainsi tourner autour de l'axe A sans affecter la position axiale de (50) fixée par la gorge (51).

A l'extrémité opposée de (47) et parallèlement au pivot (46) peut tourner autour du pivot (52) le bloc (53) sur lequel est fixé l'outil 10 (54) dont l'extrémité active est au point (55). La roue (56) solidaire de (49) peut tourner autour de l'axe centré sur elle et liant (48) et (49). La roue (57) solidaire du bloc (53) peut tourner autour du pivot (52) centré sur elle. Les deux roues (56) et (57) sont crénelées et de diamètres égaux. Elles sont reliées par une courroie (58) appropriée ou 15 par tout autre moyen produisant un effet identique de maintenir parallèles dans leurs rotations respectives la biellette (49) et l'axe de l'outil (54) en permanence. Ainsi toute modification de la distance (46) à (50) modifie la distance de (46) à (55) et puisque (50) ne peut se déplacer linéairement que parallèlement à l'axe A, la configuration de l'ensemble 20 articulé précédemment décrit formant deux triangles semblables opposés par le sommet, le point (55) se déplace aussi le long de l'axe A.

La pièce tubulaire (44) tourne autour de son axe A grâce au palier (59). La rotation est réalisée par la roue et vis tangente (60) entraînées par le moteur (61) fixé sur le support (62). Ainsi l'outil (54) tourne par 25 action du moteur (61) autour de l'axe A sans que le point (55) ne quitte sa position sur cet axe.

On va maintenant expliquer comment est réalisée la commande d'orientation par rapport à l'axe A de l'outil (54) sans que le point (55) ne quitte l'intersection de l'axe A avec le plan (40).

Le fourreau (45) coulisse parallèlement à l'axe A sur la pièce (63) par la glissière sommairement représentée (64). Le fourreau supporte la crémaillère (65) sur laquelle agit le pignon (66) fixé solidairement sur l'axe (67) porté par la palier (67') et commandé à rotation par le moteur 5 (68). Dans la disposition décrite, La pièce (63) comporte pour permettre le passage de l'axe (67) une lumière (69). La pièce (63) coulisse à son tour à l'extrémité du bras (70) par la glissière de guidage (71). Le support (62) de la commande de rotation de (44) est fixé sur (63). Le moteur (68) est dans la disposition représentée fixé également sur la 10 pièce (63) par le support (68'). Sur (70) est fixée en position adéquate la crémaillère (72) sur laquelle s'engrène la roue dentée (73) solidaire de l'axe (67). Les pignons dentés (66) et (73) sont donc solidaires en rotation et il existe entre le diamètre primitif de (66) et celui de (73) .
le même rapport qu'entre la
15 biellette (49) et la longueur de l'outil (54), c'est à dire k. Ainsi, toute rotation δ commandée par le moteur (68) entraîne une translation déterminée de (45) sur (63) et une translation k fois plus grande de (63) par rapport à (70). Par rapport à (40) et à (70) les deux translations s'ajoutent et l'extrémité de (54) reste à l'intersection de A avec (40)
20 alors que l'angle entre A et l'axe de (54) a été modifié. Autrement dit, toute rotation δ entraîne une rotation de l'axe de (54) sans que (70) ne bouge par rapport à (40) et sans que le point (55) ne quitte sa position sur A et sur (40). D'autre part, quelle que soit l'orientation de (54) sa rotation β sera commandée indépendamment et dans les mêmes conditions par
25 le moteur (61).

La disposition décrite est donnée ici comme exemple non limitatif d'un dispositif conforme à l'invention. En particulier, la disposition des glissières (64) et (71) peut être différente pour obtenir en pratique une meilleure qualité de fonctionnement. De plus, le moteur (68) serait mieux

disposé si au lieu de commander directement l'axe (67) il le faisait par une système bielle-manivelle permettant un meilleur contrôle de la position extrême haute de (63). Le moteur pourra aussi et avantageusement être fixé sur l'axe (49) pour commander directement l'orientation de (54) 5 et assurer un meilleur passage du système au point d'alignement. On pourra préférer commander les translations par un système bielle-manivelle entraîné par (68) sur (63) et disposer sur l'axe (49) un petit moteur couple qui assurera le passage du mécanisme ou son arrêt à la position d'alignement.

10 La figure 6 donne le chemin optique d'un faisceau laser lié au dispositif décrit précédemment pour montrer que grâce à deux offset on peut utiliser les avantages de l'invention pour travailler une pièce gauche au laser en commandant indépendamment de la position du point de focalisation l'orientation et la direction de la tête de focalisation. Le 15 faisceau arrive en (72) est dévié à 90° par (73) en (74) et par les deux couples de miroirs (75)/(76) et (77)/(78) qui éliminent l'offset entre (74) et (79), axe de sortie du faisceau focalisé par l'optique (80) en (55).

La figure 7A permet de voir comment on peut utiliser l'invention. En 20 (44) après extraction du miroir (75) émerge le laser d'alignement HeNe qui donne sur la pièce (81) un impact 0, que l'on peut sans s'occuper de l'outil régler sur la trajectoire à suivre (82). Par un autre laser (84) fixé sur (53) et le capteur (83), caméra CCD, on pourra régler la coincidence de l'extrémité de l'outil avec le point d'impact 0.

25 La figure 7B donne un autre exemple d'emploi et de réglage d'un outil supporté par un système conforme à l'invention. Si le laser (84) fournit un faisceau structuré en cercle, exemple non limitatif de structure, lorsque la direction n'est pas perpendiculaire au plan de la pièce à travailler, la camera va observer une ellipse (85). On pourra alors

commander automatiquement une rotation faisant coïncider le grand axe de l'ellipse (86) avec le plan d'orientation (87) puis par commande de l'orientation de (53) ramener l'ellipse à une forme circulaire (88) qui fournit le contrôle de perpendicularité axe de l'outil/surface de pièce.

5 La figure 8 donne une autre possibilité du système par la mise en œuvre sur (53) d'un dispositif de visée électronique (89) formant sur (90) la figure (91) par rapport à la trajectoire (92).

La figure 9 donne un exemple de l'utilisation de l'invention dans le cas d'un soudage à l'arc. Le support (93) reçoit le système coulissant (94) conforme à l'invention. On retrouve le support coulissant (95) le levier (96) l'anneau tournant (98) la biellette (97) et le bloc porte outil (99) restant parallèle à (97). On peut ainsi commander l'orientation de la torche (100) de l'arrivée de fil (101) pour suivre le profil de la pièce à souder (102) malgré la pièce gênante (103).

15 Ainsi, et tout particulièrement dans le cas d'un robot de morphologie cartésienne à trois axes linéaires, où l'extrémité de l'axe Z est fixée par rapport à un référentiel orthonormé, directement et indépendamment par chacun des moteurs d'axes, la direction et l'orientation de l'outil sont grâce à l'invention réglables indépendamment.

20 Ainsi tout mécanisme cartésien comportant un dispositif conforme à l'invention ne nécessite nullement de logiciel comportant des moyens mathématiques basés sur des étapes successives d'inversion de matrices représentant chacune un bras ou un axe du mécanisme. Cela permet de gagner en temps de traitement lors d'un suivi de trajectoire en temps réel.

REVENDICATIONS

- 1/ Dispositif de commande de la direction d'un outil (54), de longueur donnée entre sa fixation sur son support (53) lui-même pivotant à l'extrémité d'un bras de levier (47) et son extrémité active (55), matérialisée ou non et destinée à exécuter sur une pièce une tâche selon 5 une ou plusieurs trajectoires, déterminant la dite-direction par rapport à elles en tous points courants, caractérisé en ce qu'un moteur unique (68) engendre sur trois supports coulissants liés entre eux (44, 45, 70) une première et une seconde translation parallèles,
- la première translation s'exerçant entre le premier et le deuxième 10 support et modifiant la distance entre un premier (46) et un second pivot (50) fixés respectivement sur les dit-supports et d'axes parallèles entre eux et perpendiculaires à la translation, premier et second pivots sur lesquels peuvent tourner le bras de levier (47) et une biellette (49) articulés entre eux,
- 15 la biellette (49) et la direction de l'outil (54) étant maintenus parallèles par un moyen quelconque liant la biellette (49) et le support (53),
- les dimensions de la biellette (49), du levier (47), de la longueur de l'outil (54) ainsi que les distances entre les pivots et l'articulation 20 étant telles que l'extrémité active de l'outil (55) soit alignée avec les pivots (46) et (50), la première translation engendrant ainsi sur l'extrémité active (55) de l'outil une translation parallèle avec elle,
- la seconde translation parallèle s'exerçant entre le premier (44) et le troisième support (70) est de même sens et égale au déplacement 25 de l'extrémité active de l'outil (55).
- 2/ Dispositif conforme à la revendication 1 et caractérisé en ce que le

! premier support (44) peut tourner par un moteur (61) autour d'un axe parallèle à la translation et passant par l'extrémité active de l'outil.

3/ Dispositif conforme aux revendications 1 et 2 et dont le troisième support est constitué par le bras d'un mécanisme articulé ou coulissant
5 tel un robot.

4/ Dispositif conforme aux revendications 1, 2, et 3 et caractérisé en ce que le support (44), le levier (47), le support (53) sont creux et sont équipés de miroirs de façon à transmettre à l'outil un faisceau laser.

5/ Dispositif conforme à la revendication 6 et caractérisé en ce que
10 l'outil est une tête focalisant ou structurant le faisceau laser.

6/ Dispositif conforme à la revendication 5 et caractérisé en ce qu'il comporte un capteur d'analyse de la réflexion du faisceau laser sur la pièce.

7/ Dispositif conforme aux revendications 1 et 2 et caractérisé en ce que les mouvements des moteurs sont contrôlés par des codeurs donnant directement les valeurs des angles de la direction de l'outil.

8/ Dispositif conforme à la revendication 1 et caractérisé en ce que le moteur (68) commande directement ou indirectement les translations des supports et que la rotation du levier (47) est assurée par un moteur
20 couple auxiliaire.

9/ Dispositif conforme à la revendication 1 et caractérisé en ce que la longueur de la biellette (49) est réglable en fonction de la longueur de l'outil (54).

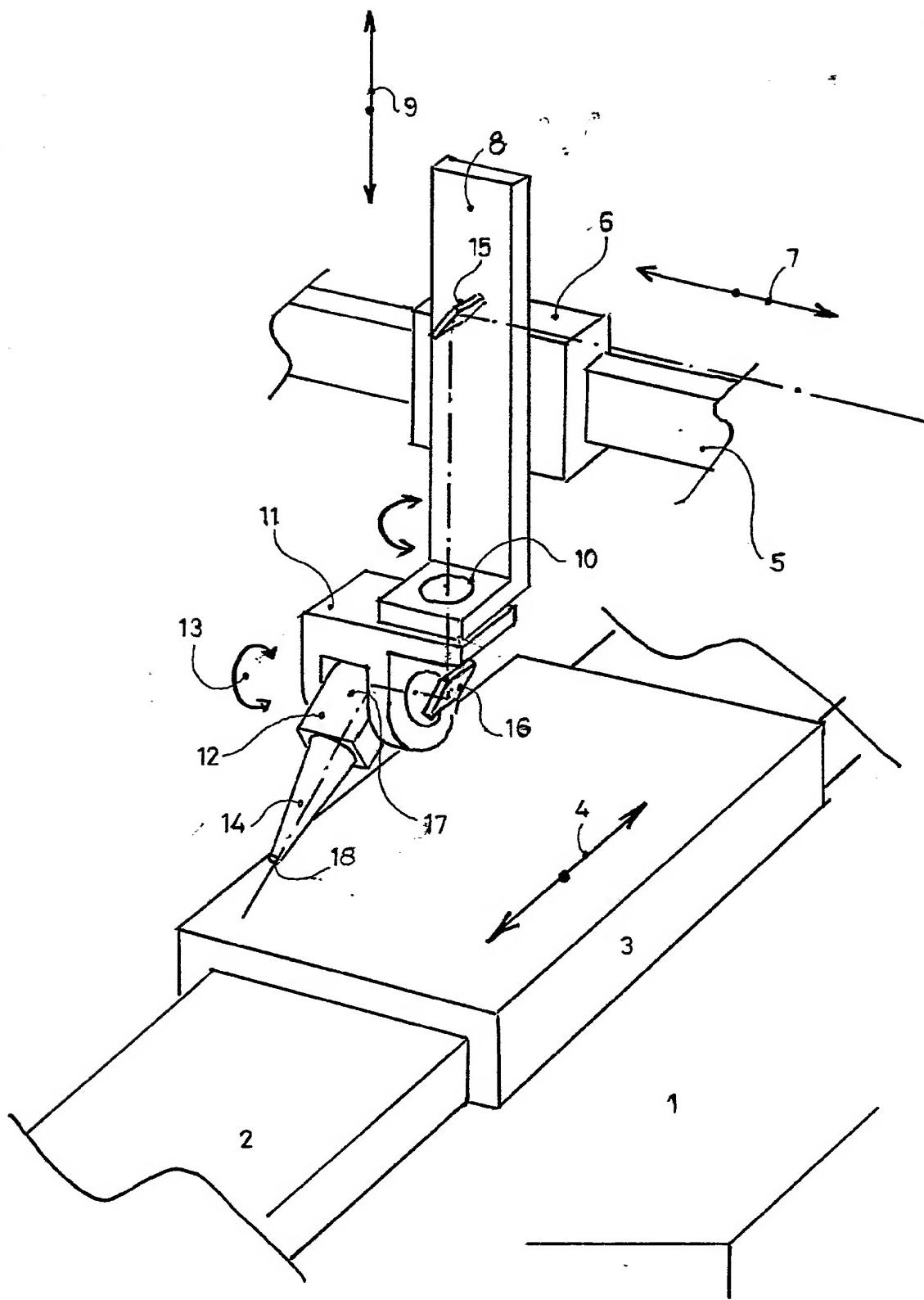


FIG1

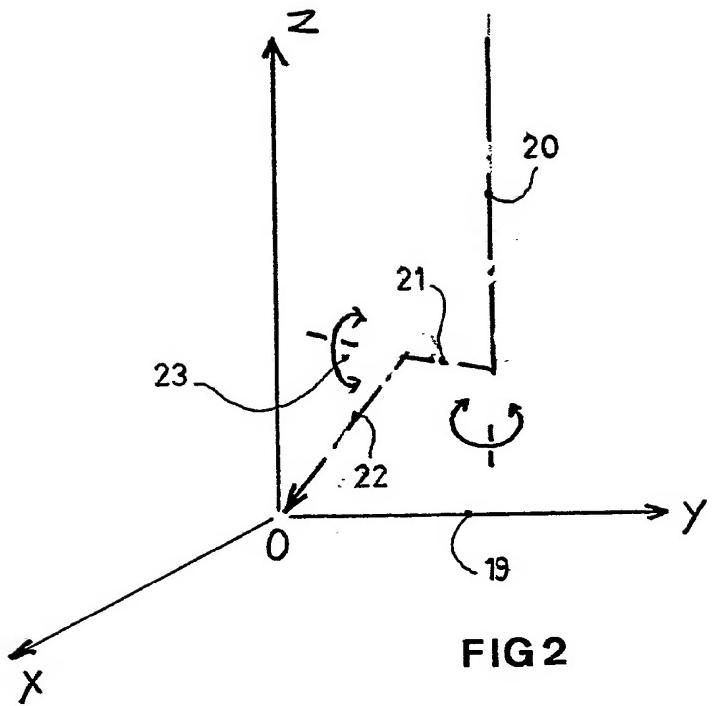


FIG 2

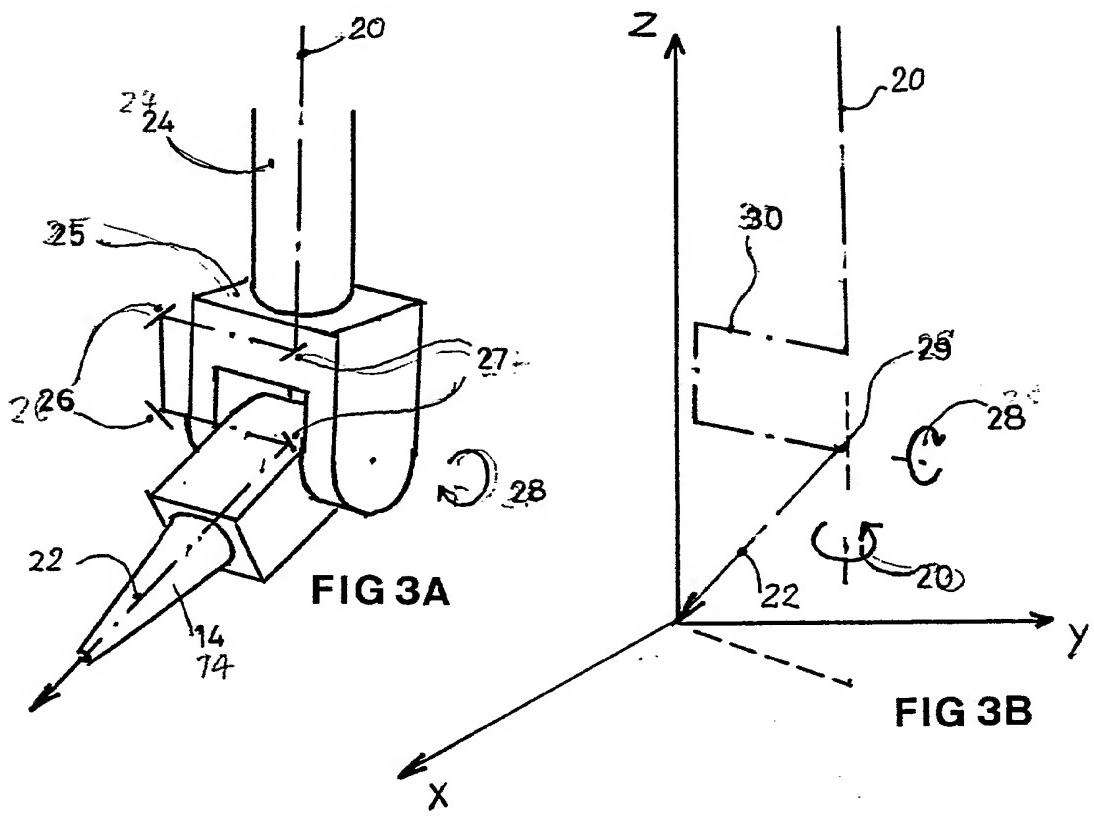
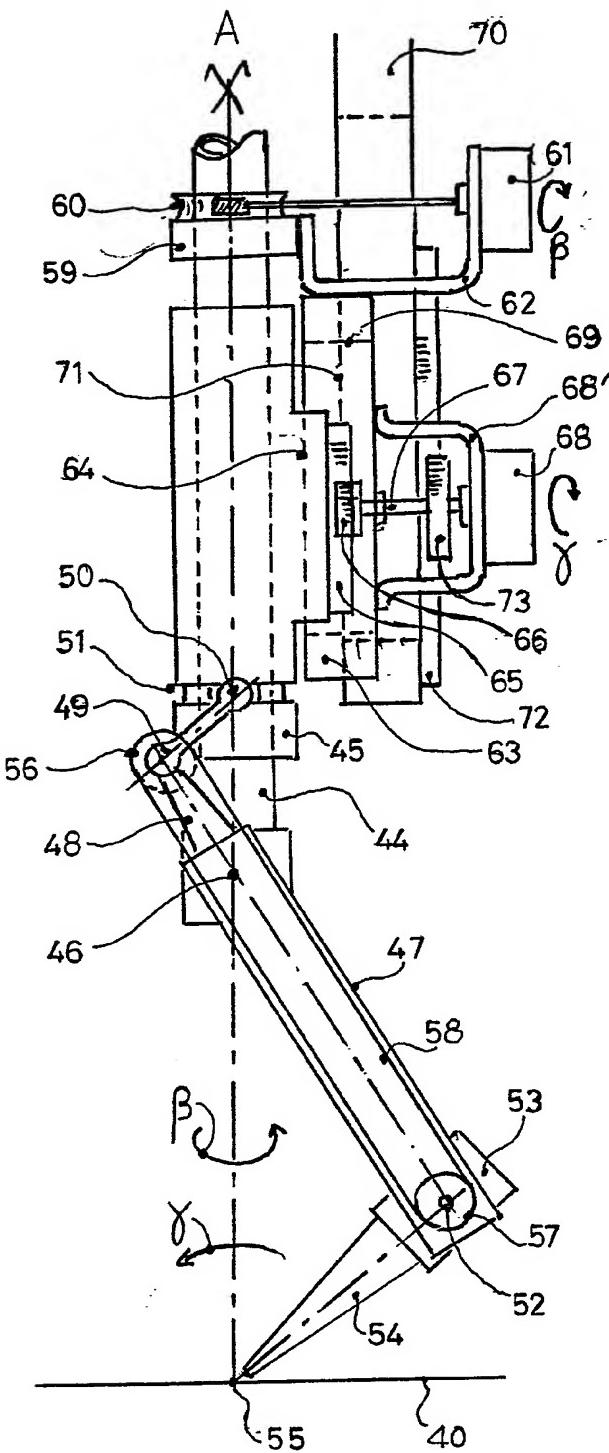
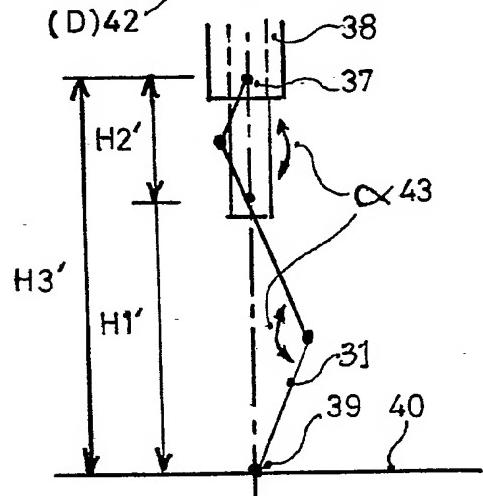
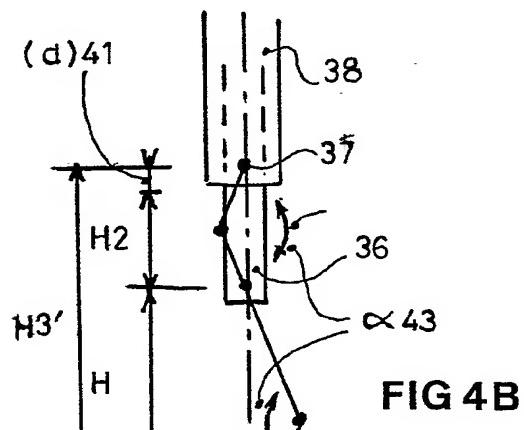
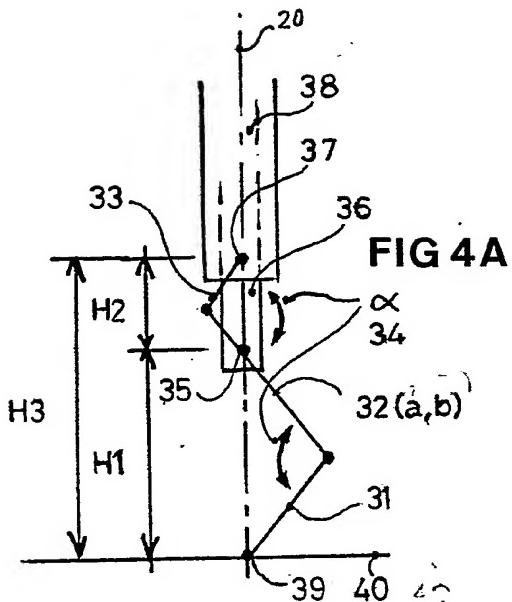


FIG 3A

FIG 3B



4/5

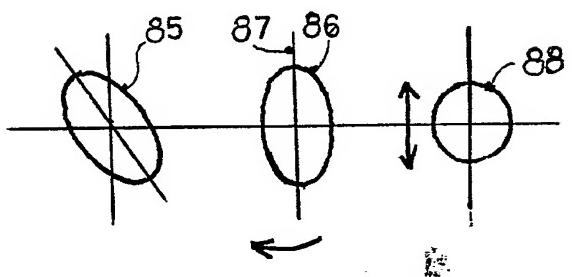
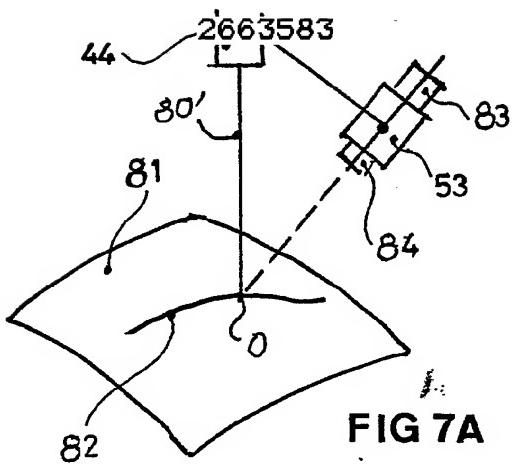
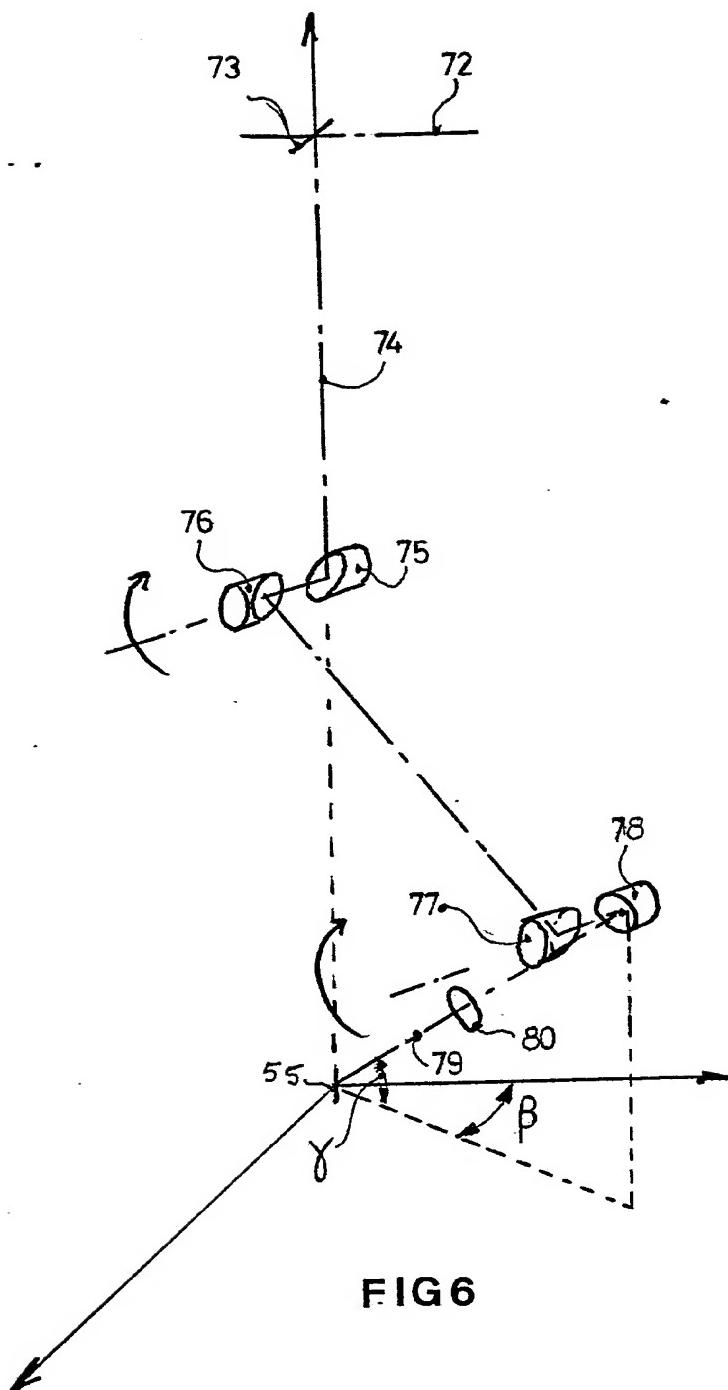
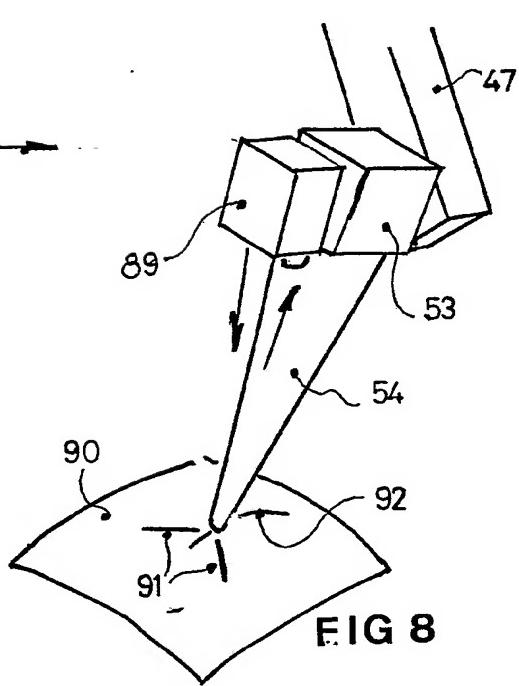


FIG 7B



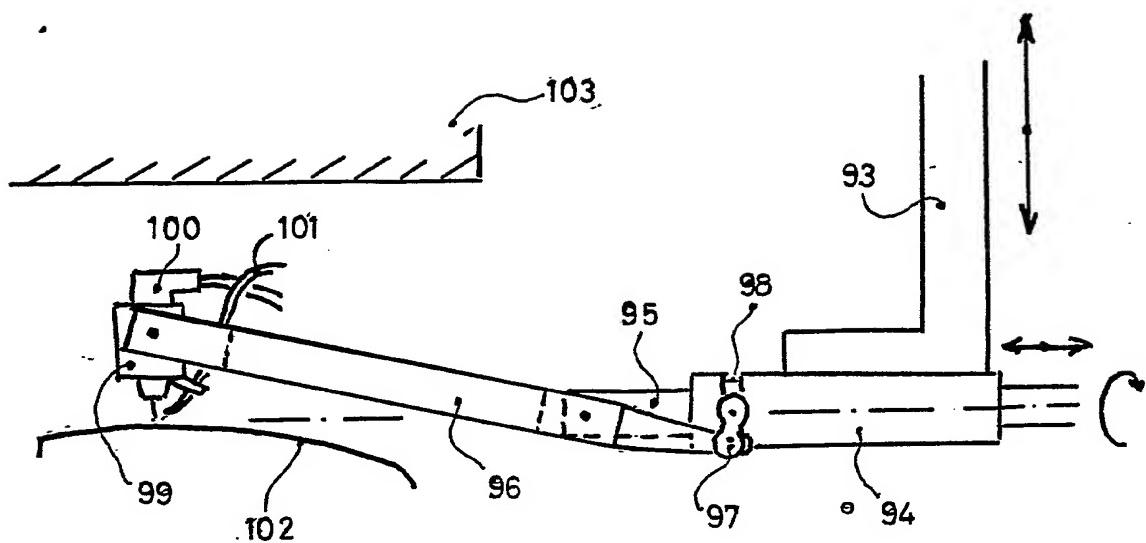


FIG 9